

* 이 준 응(공박)**김 학 주
* 광운대학 전기공학과 ** 광운대학 대학원

A Study on the Dielectric Dispersion of Vulcanized Natural Rubber

* Joon Ung, Lee ** Kim Hak Joo
* Kwang Woon University

1. 서 론

고무는 한나라의 국민경제에 중요한 위치를 차지 하는 자원재료의 하나로써 그 이용범위는 대단히 넓어 자동차 타이어, 고무절연전선, 통신케이블의 피복 및 일상생활 필수품에 이르기까지 그 이용범위는 1만 종류가 넘으며, 고무의 종류로는 천연고무인 NR을 비롯하여 합성고무인 SBR, IIR 및 IR 등 여러가지 종류가 있으나 여기서의 고무의 기본이 되는 NR을 시료로 선정하였다. 무극성인 NR의 주성분은 단량체 이소프렌(Isoprene)의 공중합체인데, 여기에 황을 첨가 배합하면 유극성으로 되어 생고무에 비하여 유전 손실이 증가하는 것으로 알려져 있는데 가황에 의해 나타난 쌍극자돌이 주파수에 따라서 유전완화에 참여 하는 거동을 실행하는 것은 사용시료의 전기적연물성 연구에 효과적인 수단이 되므로 본 연구에서는 생고 무에 황의 첨가량을 변화시켜 배합 성형한 시료를 25(°C), 주파수 범위 10(Hz) - 3.2x10⁷(Hz) 사이 에서 관찰한 유전 완화 특성을 소개하고 물성적인 해석을 시도하였다.

2. 유전분산과 유전 흡수 이론

- 2-1. 쌍극자 분극
- 2-2. 혼합 유전체

3. 사용시료와 측정 장치

먼저 소련(素練)한 생고무에 가황 촉진제, 분산 제 및 충전제를 차례로 넣어 로울러로 잘 배합한 후 마지막으로 가고제인 황을 필요한 양만큼 첨가 배합 하여 로울러에서 원하는 두께의 판상으로 뽑아서 Mould 에 필요한 양의 배합고무를 넣어 140(°C) 에서 20분 동안 Press 로 가압, 가압하여 성형시켜 지름 38 (mm) 로 잘라 시편으로 사용하였다.

본 실험에서 Q-meter 를 이용하여 시료의 유전을 및 유전손실을 측정하였는데 사용된 Q-meter 는 HEWLETT PACKARD 4342형으로 두께 38 (mm) 의 시료양면에 Al foil 을 붙여 샌드위치형으로 한 후 이 시료를 16451 A 의 표준 전극사이에 삽입하여 유전율과 유전손실을 측정하였다.

4. 실험 결과

4-1. 주파수 변화에 의한 비유전율과 유전 점접
그림 1은 25(°C), 주파수 범위 10⁶ - 3.2x10⁷(Hz) 사이에서 가황 천연고무의 비유전율과 tanδ 를 측정 한 결과이다.

황의 비율이 증가함에 따라 비유전율은 증가하고 분산의 크기도 점점 커짐을 알수있고 또 tanδ 도 황의 함량이 많아질수록 증가하며 황을 첨가하지 않은 생고무인 경우는 계면 분극과 쌍극자 분극 중 계면 분극이 주된 역할을 하는 것 같으나 황을 2(%) , 4(%) 생고무에 첨가하면 계면분극은 점점 작아져 7(%) 이상의 가황고무에서는 쌍극자분극만이 존재하는 것 같다. 주파수에 대한 비유전율과 유전 점접특성을 생고무, 황을 2-4(%) 넣은 가황고무 및 황을 7-25(%) 넣은 가황고무로 나누어 검토해 보았다.

5. 결 론

주파수 범위 10⁶ - 3.2x10⁷(Hz), 25(°C) 에서 가황 변화에 따른 생고무의 유전완화현상을 연구한 결과,

- 1) 생고무는 WAGNER 의 혼합유전체로 작용하는 것을 확인하였다.
- 2) 황의 첨가비율이 2(%), 4(%)로 증가함에 따라 혼합유전체의 전도분극은 점차로 감소하여 7(%) 이상에서는 나타나지 않는데 반해 쌍극자 분극은 점점 커져서 7(%) 이상의 가황고무에서는 쌍극자분극만이 존재하였다.

- 3) 황의 비함비율을 증가시키면 상극자분극에 의한 $\tan \delta$ 곡선의 최대점은 높은 주파수에서 점점 낮은 주파수로 이동하는 데 이는 가교로 본자쇄의 길이가 점점 길어지기 때문인 것 같으며, 본산의 크기도 황의 증가로 점점 증가함을 알 수 있다.
- 4) $\tan \delta$ 는 상고무인 경우 6×10^{-3} 이지만 7% 이상의 가황고무에서는 6×10^{-2} 로 급격히 증가하는데 전기접연의 관점에서는 황을 적게 넣은 것이 바람직하다.
- 5) 측정 고주 저항은 주파수가 10^6 (Hz) 에서 3.2×10^7 (Hz) 로 증가할 때 $10^{10}(\Omega \cdot \text{cm})$ 에서 $10^9(\Omega \cdot \text{cm})$ 로 감소하며 황의 첨가비율과는 별 차이가 없는 것을 확인하였다.

References

1. C.M.BLOW; Rubber Technology and Manufacture, NEWNES-BUTTERWORTHS, LONDON, PP1-70, 142-172 (1971)
2. J.A.BRYDSON; RUBBER CHEMISTRY, APPLIED SCIENCE PUBLISHER Ltd., LONDON, PP1-10, 194-247 (1978)
3. R.VON HIPPER; DIELECTRICS and WAVES, MIT. PRESS, PP3-63(1954) 외 다수 .

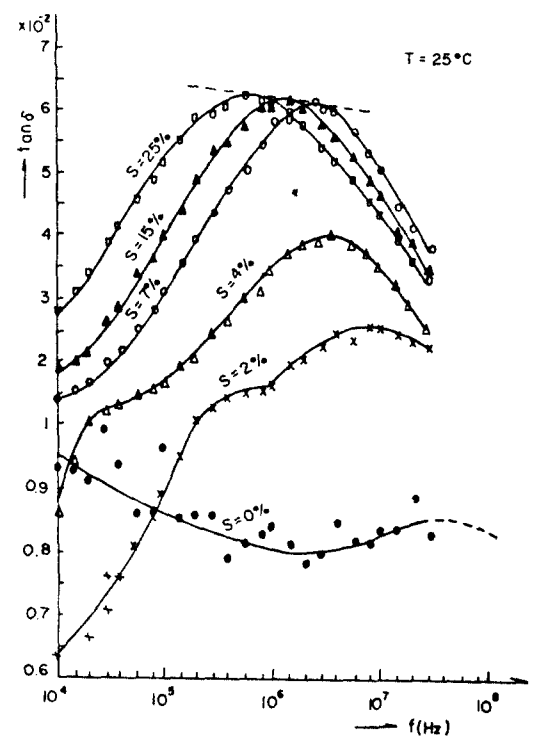
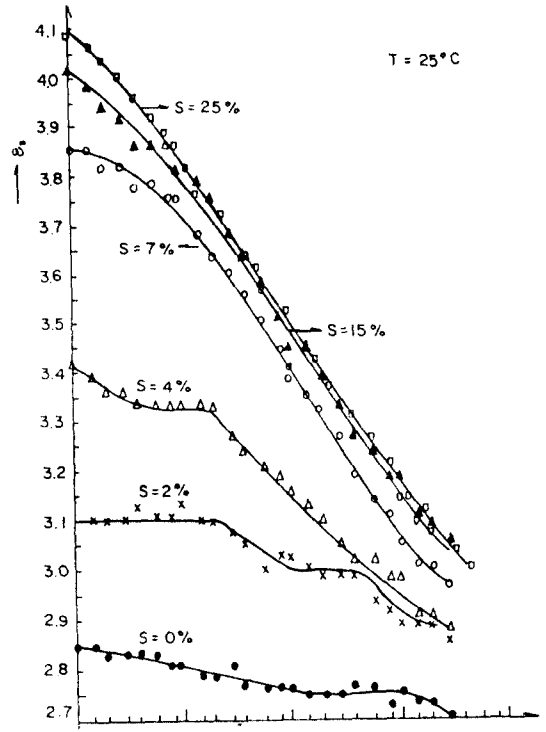


그림 1. 가황고무의 주파수에 대한 $\tan \delta$ 의 변화 (25°C)
 Relation of dissipation factor to frequency of alternating field for vulcanized natural rubbers at 25°C.